DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Zwölfter Jahrgang | 1. August 1924 | Heft 31

Georg Hermann Quinckes Leben und Schaffen [1]).

Von WALTER KÖNIG, Gießen.

Am Abend des 13. Januar ist in Heidelberg GEORG HERMANN QUINCKE im neunzigsten Jahre seines Lebens sanft entschlafen. Mit diesem Nestor der deutschen Physiker hat die deutsche Wissenschaft einen ihrer geschicktesten und fleißigsten Experimentatoren verloren, einen Mann, der von seinen Studentenjahren an bis in die letzten Monate seines langen Lebens unermüdlich am Beobachtungsfernrohr oder am Mikroskop gesessen hat, und der dann ebenso unverdrossen alles, was er wahrgenommen und in sein Beobachtungsjournal eingetragen hatte, am Schreibtisch in wissenschaftlichen Abhandlungen niederlegte. Ein größeres, zusammenfassendes Werk ist aus seiner Feder nicht hervorgegangen, aber von den 165 Abhandlungen, die er in Zeitschriften veröffentlicht hat, und von denen die Mehrzahl in den Poggendorffschen Annalen und ihren Fortsetzungen erschienen ist, sind — vielleicht in unwillkürlicher Anlehnung an das Vorbild Faradays — viele in fortlaufenden Reihen mit durchgehender Paragraphennumerierung erschienen, so die optischen Experimental-Untersuchungen in den Jahren 1866 bis 1873 in 16 Kapiteln, die großen elektrischen Untersuchungen, die sich über die Jahre 1880 bis 1897 erstrecken, und die ausgedehnten Untersuchungen über die Schaumstrukturen, die ihn in den letzten Jahrzehnten beschäftigt haben und deren Paragraphenzahl in die Hunderte geht. Solche Art der Veröffentlichung zeigt uns, daß es niemals Einzelprobleme, sondern immer große Zusammenhänge gewesen sind, die QUINCKE verfolgte. Wollen wir die Stellung dieser Arbeiten in der Geschichte der Physik verstehen und richtig würdigen, dann müssen wir aus der heutigen Zeit relativistischer und quantentheoretischer Atomspekulationen bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts, in die Anfänge molekulartheoretischer Betrachtungen zurückgehen. QUINCKES wissenschaftliche Entwicklung vollzog sich in jener mittleren Periode der Physik des 19. Jahrhunderts, die vor allem durch die Aufstellung des Energiegesetzes und daran anschließend durch den Ausbau der Thermodynamik gekennzeichnet ist. An diesen Problemen hat QUINCKE allerdings nicht mitgearbeitet. Aber andere theoretische Gedankengänge, besonders der großen französischen Physiker der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts, die Arbeiten von ARAGO, FRESNEL, LAPLACE, POISSON, CAUCHY, ragten in diese Periode hinein und verlangten nach experimenteller Nachprüfung. Diese Anregungen sind es, die sich deutlich in den älteren Arbeiten QUINCKES verfolgen lassen.

GEORG HERMANN QUINCKE war am 19. November 1834 in Frankfurt a. d. O. geboren als Sohn eines

[1]) Nach einer im Gauverein Hessen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft am 31. Mai zu Gießen gehaltenen Gedächtnisrede.

Arztes. In seinem 9. Jahre zogen seine Eltern nach Berlin, und dort erhielt der Sohn auf dem Werderschen Gymnasium seine endgültige Schulausbildung und wurde ein waschechter Berliner. Mit 18 Jahren bezog er die Universität in der Absicht, Physik zu studieren, und man muß gestehen, daß er diesen Plan in der denkbar besten Weise ausführte; denn er suchte sich diejenigen Universitäten aus, auf denen er zu jener Zeit für seinen Zweck am meisten lernen konnte. So ging er nach einigen Berliner Semestern, wo EILHARD MITSCHERLICH, KUMMER und MAGNUS ihn vor allem beeinflußten, nach Königsberg zu dem einzigen Physiker Deutschlands, der damals einen Kurs von Vorlesungen über theoretische Physik hielt, zu FRANZ NEUMANN. Bei ihm lernte er jene Sorgsamkeit in der experimentellen Ausführung wie in der theoretischen Überlegung, die ihn sein ganzes Leben hindurch charakterisiert hat; auch brachte er von dort die Anregungen zur Beschäftigung mit der Molekulartheorie, im besonderen der Capillarität, mit. Dann aber suchte er sich einen zweiten Meister des Experiments als Lehrer, einen Meister in der Kunst mit einfachen Mitteln zu experimentieren; das war BUNSEN. Er ging nach Heidelberg und setzte dort sein Studium fort bei NEUMANNS Schüler KIRCHHOFF und im chemischen Laboratorium BUNSENS. Hier hat er seine ersten wissenschaftlichen Untersuchungen angestellt, bei BUNSEN eine sorgfältige Analyse des roten und des grauen Gneises des Erzgebirges (Liebigs Ann. d. Chem. **99**. 1856) und bei KIRCHHOFF eine Untersuchung über die Stromverteilung in einer rechteckigen Metallplatte und in einer kreisförmigen Platte, die zur Hälfte aus Blei, zur anderen Hälfte aus Kupfer bestand (Pogg. Ann. **97**. 1856). An der letzteren Platte führte er den Nachweis der Brechung der Stromlinien an der Grenze Kupfer-Blei. Nach Berlin zurückgekehrt, promovierte er 1858 dort mit einer Untersuchung über die Capillaritätskonstante des Quecksilbers. Und nun beginnt jene großartige und fruchtbare Forschertätigkeit, die man gar nicht genug bewundern kann, ebenso in der Reichhaltigkeit der angefaßten Probleme, wie in der Gründlichkeit ihrer Durchführung und in der Kunst des Experimentierens. Denn man muß immer bedenken, daß ihm keinerlei Hilfsmittel eines staatlichen Institutes zu Gebote standen. Er arbeitete in seiner Privatwohnung mit eignen Apparaten. Oft erzählte er davon, wie er die Instrumente, die er für seine Vorlesungen benötigte, mit einer Droschke von seiner Wohnung in die Universität transportieren mußte, und dankbar gedachte er stets der Unterstützung, die ihm sein Freund WILHELMY mit kostbaren Pariser Apparaten, die dieser besaß, zuteil werden ließ. Und unter solchen Verhältnissen — mit was für Schlagern führte sich der junge Physiker in seine Wissenschaft ein! Da erschien als erster die Entdeckung der Diaphragmenströme, 1859 und 1860 in zwei großen Arbeiten ausführlich behandelt, jene elektrische Erregung, die entsteht, wenn eine Flüssigkeit durch ein Diaphragma hindurchgepreßt wird. Der Vorgang erschien geradezu als die Umkehrung jener schon seit länger bekannten fortführenden Wirkung, die ein elektrischer Strom ausübt, wenn er durch ein Diaphragma hindurchfließt. Dem genauen Studium dieser letzteren Erscheinung war dann eine zweite umfangreiche Untersuchung im Jahre 1861 gewidmet. Für das Verständnis beider Vorgänge legten diese Quinckeschen Arbeiten den Grund durch die Vorstellung, daß es sich um die Wirksamkeit der bei Berührung heterogener Körper an den Grenzschichten auftretenden elektrischen Ladungen im Zusammenhange mit den Reibungsvorgängen in den Flüssigkeiten handele, eine Auffassung, die später von HELMHOLTZ in ausführlicher Form mathematisch durchgearbeitet worden ist. QUINCKE selber hat sich noch jahrelang mit diesen Problemen beschäftigt und hat 1871 noch einmal eine Abhandlung in den Annalen veröffentlicht, in der er die gleiche Betrachtungsweise auf die Vorgänge der Elektrolyse und der Elektrizitätsleitung in Flüssigkeiten anwendet.

Inzwischen hatte sich seine Aufmerksamkeit optischen Problemen zugewandt. In das Jahrzehnt 1862—1871 fallen seine großen, so bedeutsamen optischen Untersuchungen. Als erste erschien 1862 jene kleine, aber ganz besonders feine Arbeit über Kummersche Strahlenbündel, in der er astigmatische Strahlenbündel nicht bloß in isotropen, sondern auch in anisotropen Mitteln in höchst geschickter Weise zu verwirklichen und an ihnen die Richtigkeit der von KUMMER für die Strahlenbündel verschiedener Art entwickelten Eigentümlichkeiten nachweisen konnte. Ich übergehe den nun folgenden Versuch, die Schwingungsrichtung des polarisierten Lichtes aus der Verschiedenheit der Phasenänderung des an Glas und des an Metall reflektierten Lichtes festzustellen. Aber mit dieser Arbeit beginnen zugleich QUINCKES umfassende Untersuchungen über die optischen Eigenschaften der Metalle, die ihn in enger Fühlung mit den optischen Theorien jener Zeit in den folgenden Jahren beschäftigten. Diese Arbeiten wurden mit den besten Hilfsmitteln der Optik, mit allen erdenklichen Variationen der Versuchsanordnungen durchgeführt. Alle Arten der Reflexion, gewöhnliche und totale und metallische, alle Methoden der Erzeugung von Interferenzen wurden studiert und auf die Messung von Phasendifferenzen bei der Reflexion angewandt. So entstand die oben schon erwähnte große Reihe der „optischen Experimentaluntersuchungen". Sie enthalten eine außerordentliche Fülle neuer und interessanter Beobachtungen. Gleich am Anfang stehen die schönen Untersuchungen über das Eindringen des total reflektierten Lichtes in das andere Mittel und über die elliptische Polarisation des Lichtes bei diesen Vorgängen. Dann folgen die Messungen der Polarisationsverhältnisse des an Metallen reflektierten und bei dünnen Metallschichten auch des hindurchgelassenen Lichtes mit dem erstmaligen Nachweis der verblüffenden Tatsache, daß der Brechungsexponent des Silbers

kleiner als 1 ist. Ferner Untersuchungen über Newtonsche Farbenringe auf Metallen, über Fresnelsche Spiegel und über den Jaminschen Interferentialrefraktor und die große Arbeit über die von Quincke entdeckten lamellaren Beugungserscheinungen. Es hängt wohl mit diesen Gedankengängen zusammen, daß um dieselbe Zeit (1866) auch die Arbeit über den Interferenzapparat für Schallwellen entstand, die Quinckes Namen auch in der Akustik sehr bekannt gemacht hat. Gehören doch die Arbeiten mit dem Quinckeschen Interferenzrohr ebenso wie die mit den Kundtschen Staubfiguren zum eisernen Bestand unserer heutigen Praktikumsaufgaben. 30 Jahre später ist Quincke noch einmal auf dieses Thema zurückgekommen und hat das akustische Interferenzrohr als Thermometer zur Messung hoher Temperaturen empfohlen.

Neben den optischen Untersuchungen beschäftigten ihn in den späteren Berliner Jahren, von 1868 an, noch eingehende Untersuchungen auf dem Gebiet, das er mit seiner Doktorarbeit zuerst betreten hatte, und dem schließlich doch die Hauptarbeit seines Lebens gegolten hat, dem Gebiet der Capillarerscheinungen. Hatte er sich in seiner Dissertation bemüht, die Capillarkonstante des Quecksilbers aus der Gestalt liegender Tropfen abzuleiten — mit dem Erfolg, daß er Oberflächenspannung und Randwinkel mit der Zeit stark veränderlich fand —, so übertrug er nunmehr diese Methode auf feste Stoffe, die er zum Schmelzen brachte und in Tropfenform erstarren ließ. Auch aus dem Gewicht von Tropfen, die von einer Röhre oder bei festen Körpern von einem schmelzenden Drahte abfallen, suchte Quincke die Capillaritätskonstanten zu bestimmen. Beide Methoden sind allerdings nicht einwandfrei, die erste wegen der Änderung, die die Tropfenform beim Erstarren erfährt, die letztere, weil der Vorgang des Abtropfens doch nicht in so einfacher Weise formuliert werden kann, wie es Quincke damals tat. Im Zusammenhange dieser Arbeiten entstand eine seiner originellsten Ideen, nämlich der Gedanke, die Wirkungsweite der Molekularkräfte dadurch zu ermitteln, daß er Steighöhe und Randwinkel von Wasser und von Quecksilber an Glasflächen maß, die mit einer ganz dünnen, keilförmig verlaufenden Schicht eines anderen Stoffes, bei Wasser Silber, bei Quecksilber Schwefelsilber, Jodsilber oder Kollodium, bedeckt waren; er ermittelte diejenige Dicke der dünnen Zwischenschicht, von der an der Randwinkel konstant wurde und fand die gleiche Größenordnung (50 $\mu\mu$), wie sie aus dem Zerreißen dünner Flüssigkeitslamellen nach Plateau und nach Sohnckes späteren Versuchen folgt. Von besonderer Wichtigkeit aber war dann die große Arbeit, die er 1870 über die Capillaritätserscheinungen an der gemeinschaftlichen Oberfläche zweier Flüssigkeiten veröffentlichte. Er dehnte in ihr die Vorstellungen, die man bis dahin über die Kräfte in der freien, von Luft begrenzten Oberfläche einer Flüssigkeit hatte, auf die gemeinsame Oberfläche zweier Flüssigkeiten aus und entwickelte in der für seine Forschungsart so charakteristischen Weise alle Folgerungen daraus und prüfte sie unter allen möglichen Variationen der Versuchsanordnung.

Neben der geschilderten wissenschaftlichen Arbeit lief eine umfangreiche Lehrtätigkeit. Quincke hatte sich ein Jahr nach seiner Promotion an der Berliner Universität habilitiert. Wieder ein Jahr später wurde ihm die Professur der Physik an der Gewerbe-Akademie übertragen und 1862 übernahm er auch noch für einige Jahre den Lehrstuhl für Physik und Chemie an der Bauakademie. Dann wurde er (1865) zum außerordentlichen Professor an der Universität ernannt. Er hielt nun einen regelmäßigen, viersemestrigen Zyklus von Vorlesungen zur Einführung in die theoretische Physik. Es waren, wie F. Braun beim 70. Geburtstag Quinckes rühmte, klare, gut disponierte Vorträge, an die seine damaligen Schüler stets mit Dankbarkeit zurückgedacht haben. Als 1870 Magnus, der Ordinarius der Physik an der Universität, starb, übernahm Quincke auch noch die Leitung des von diesem begründeten Kolloquiums und war dadurch, wie Braun erzählt, noch kurze Zeit der Mittelpunkt der damaligen Generation jüngerer Physiker in Berlin. Dann wurde er 1872 nach Würzburg berufen, als Nachfolger August Kundts, dem die Vertretung der Physik an der neu gegründeten Universität Straßburg übertragen war. Aber nur 3 Jahre blieb Quincke in Würzburg; dann folgte er dem Rufe seiner alten Lehrer und Freunde und siedelte nach Heidelberg über, um die Stelle Kirchhoffs zu übernehmen, als dieser 1875 als Vertreter der theoretischen Physik nach Berlin berufen wurde. In Heidelberg hat Quincke von 1875 bis zu seinem Tode ein schönes, man kann fast sagen, ein ideales Gelehrtenleben geführt, ganz erfüllt von seiner wissenschaftlichen Arbeit und daneben von dem behaglichsten Lebensgenuß im Kreise seiner Familie, seiner Freunde, in einer von Geist und Geschmack geleiteten, vornehmen Geselligkeit und in der wundervollen Natur, die ihn in Heidelberg umgab, und die er stets auf langen Spaziergängen mit Freude genoß. Das Institut übernahm er mit seinen Einrichtungen so, wie es Kirchhoff geschaffen hatte, und überließ die Errichtung eines modernen Neubaus seinem Nachfolger. Ihm genügten die einfachen Räume, die ihm ein so bequemes Arbeiten gestatteten; denn unmittelbar an seine Amtswohnung im ersten Stock des Friedrichbaues schloß sich sein Arbeitszimmer mit dem herrlichen Blick nach Süden auf Gaisberg und Königstuhl und mit der vollen Sonne, wenn er sie für optische Versuche brauchte, an dieses das Vorbereitungszimmer und der Hörsaal, neben dem nach hinten hinaus der große Sammlungsraum lag. Unter diesem im Erdgeschoß lagen die Praktikumsräume, ein kleiner zweifenstriger Raum mit Normaluhr, ein vierfenstriger Saal und eine chemische Küche, im Obergeschoß noch ein optisches Zimmer nach vorn hinaus mit guter

Sonne. Diese Räume genügten für die damaligen Bedürfnisse; denn als eigentliches Übungspraktikum wurde nur im Sommer das von KIRCHHOFF eingerichtete „Seminar" abgehalten, bei dem jeden Montag eine größere, auf genaue Messung eingestellte experimentelle Aufgabe von QUINCKE besprochen wurde und im Laufe der Woche von den Teilnehmern durchgearbeitet werden mußte. Daneben waren stets nur einzelne Großpraktikanten im Institute tätig. Daß auch die Ausstattung des Instituts zu jener Zeit bei aller Reichhaltigkeit der Apparatur, über die das Institut und QUINCKE persönlich verfügte, doch nach heutigen Begriffen recht dürftig war, bedarf keiner besonderen Versicherung. Seine großen magnetischen Untersuchungen in den achtziger Jahren hat QUINCKE mit dem von der Berliner Akademie geliehenen großen Elektromagneten gemacht, der mit 3 oder 5 oder 10 Bunsenschen Elementen gespeist wurde. Einmal im Jahre wurden 50 Bunsensche Elemente zusammengesetzt, um den Davyschen Lichtbogen in der Vorlesung vorzuführen. Aber Ende der achtziger Jahre entschloß sich doch auch QUINCKE zur Anschaffung eines Gasmotors mit Dynamo und Akkumulatorenbatterie, um „dem Diener das ungesunde Arbeiten mit den Dämpfen der Salpetersäure zu ersparen". Und um die gleiche Zeit wurde noch eine andere große Änderung im Heidelberger Institute durchgeführt, die Einrichtung eines Übungspraktikums, wie es sich nach dem Vorgange von KOHLRAUSCH allmählich auf den meisten Universitäten eingebürgert hatte. QUINCKE fühlte, daß er sich dieser Forderung der Zeit nicht länger entziehen konnte; aber er lehnte es durchaus ab, diese Einrichtung nun etwa mit fertig gekauften Apparaten herzustellen. Dafür reichten, wie er wiederholt erklärte, die geringen Mittel seines Instituts nicht aus. Er bemühte sich vielmehr, „Apparate herzustellen, die bei gleicher Genauigkeit sich leichter aufstellen lassen, weniger Platz einnehmen und weniger kosten als sonst gebräuchliche Meßinstrumente". So entstand das merkwürdigste Praktikum, das es wohl je gegeben hat, und man kann es in gewissem Sinne die originellste Leistung nennen, die wir QUINCKE verdanken; denn die ganz besondere Fähigkeit QUINCKES, mit einfachsten Hilfsmitteln zu experimentieren, die uns in allen seinen Arbeiten oft in so bewundernswertem Maße entgegenspringt, und die jeder seiner Schüler als kostbarsten Erwerb aus seinem Institute mitnahm, sie tritt uns in diesem Praktikum mit seinen Einheitstypen von Tischen, Hockern und Arbeitsböcken, mit all den kleinen Apparaten aus Glas, Holz, Kork, Siegellack und Kolophoniumkitt in potenziertester Form entgegen. Auf dem Internationalen Elektrotechniker-Kongreß in Frankfurt a. M. 1891 hat er mit Stolz ein Instrument vorgeführt, das „Magnetometer, Tangentenbussole und Multiplikator ist, keine einzige Schraube enthält, aus Glas, Hartgummi, Holz, einem Kork und einigen Drähten besteht und nur 50 Mark kostet". Die übrigen Einrichtungen dieses Praktikums hat er im Jahrgang 1892 der Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht unter dem Titel: „Eine physikalische Werkstätte" beschrieben. Auf diese Veröffentlichung mögen alle aufmerksam gemacht werden, die sich für diese Art physikalischer Technik interessieren.

Wir kehren zur Betrachtung seiner wissenschaftlichen Arbeiten zurück. Am Anfang seiner Heidelberger Jahre stehen zunächst noch zwei große Abhandlungen über Capillarität. Die erste enthält ein in jahrelangen Messungen aufgesammeltes Material über die Kohäsion von Salzlösungen in der Abhängigkeit von der Konzentration; die zweite behandelt den Randwinkel und die Ausbreitung von Flüssigkeiten auf festen Körpern und bildet gewissermaßen die Fortsetzung der großen, noch in Berlin durchgeführten Untersuchung über die Capillaritäts-Erscheinungen an der gemeinschaftlichen Oberfläche zweier Flüssigkeiten, indem die gleichen Vorstellungen über das Spiel der Oberflächenspannungen, wie dort auf die Berührungsfläche zweier Flüssigkeiten, hier auf die Berührungsfläche eines festen Körpers und einer Flüssigkeit angewandt werden. Beide Arbeiten enthalten ein höchst umfangreiches Material von Messungen verschiedener Art an Stoffen verschiedener Art und bilden zusammen mit der großen Berliner Arbeit die wertvollsten, grundlegenden Leistungen QUINCKES auf diesem Gebiete, mit dem sein Name immer verknüpft sein wird, schon durch die einfachen und feinen Versuchsmethoden, die wir ihm verdanken. Dann aber wandte sich sein Interesse einem anderen Gebiete zu. Mit dem Jahre 1880 begann die Veröffentlichung jener großen Serie von Arbeiten, die er in 15 großen Kapiteln unter dem gemeinsamen Titel: „Elektrische Untersuchungen" zusammengefaßt hat. Sie enthalten eine Fülle der wertvollsten Beiträge zu unserer Kenntnis vom Verhalten der Materie in elektrostatischen und magnetischen Feldern und zeigen uns seine Ideenwelt in engster Fühlung mit den großen Problemen der Faraday-Maxwellschen Schule, die damals den Höhepunkt ihres Ansehens erreicht hatte, einer Fühlung, die allerdings für ihn um so selbstverständlicher und um so enger war, als ihn seit Jahren engste Freundschaft mit den hervorragendsten englischen Forschern, mit Sir WILLIAM THOMSON, ROSCOE, Lord RAYLEIGH u. a. verband. Es ist gewiß richtig, wenn man die letzte Bestätigung der Maxwellschen Anschauungen in den Hertzschen Versuchen, also in Auswirkungen der Helmholtzschen Schule, erblickt. Aber man sollte daneben nicht vergessen, in welchem Maße diese Quinckeschen Arbeiten dazu beigetragen haben, uns mit den Maxwellschen Vorstellungen von den Zug- und Druckkräften in elektrischen und magnetischen Feldern vertraut zu machen. Wie einfach ist die Veranschaulichung und Messung dieser Kräfte im elektrischen Felde mit der elektrischen Wage einerseits, durch den hydrostatischen Druck auf die Luftblase in der isolierenden Flüssigkeit zwischen Kondensatorplatten andererseits! Und welche

elegante Methode zur Messung der Magnetisierungskonstanten hat er uns in seiner Steighöhenmethode geschenkt! Und wiederum ist es charakteristisch für seine ganze Arbeitsweise, daß er sich nicht mit der exakten Durcharbeitung der Meßmethode begnügt, sondern auch gleich ein erdrückendes Tatsachenmaterial mit ihr erarbeitet; die große Tabelle 85 seiner Arbeit über die magnetischen Druckkräfte enthält die Messungen an nicht weniger als 93 verschiedenen Substanzen. Den Ausgangspunkt dieser ganzen Untersuchungen hatten Studien über die Elektrostriktion in festen und flüssigen Isolatoren gebildet. Daran schlossen sich Nachprüfungen der von KERR entdeckten elektrischen Doppelbrechung an, die er anfänglich in ihren Entstehungsursachen falsch beurteilte, indem er glaubte, daß sie nur in inhomogenen Feldern aufträte. Nachdem aber KERR die Doppelbrechung in Schwefelkohlenstoff zwischen ebenen Kondensatorplatten nachgewiesen hatte, führte QUINCKE mit Hilfe der von ihm für diesen Zweck besonders sorgfältig konstruierten „elektrischen Flüssigkeitskondensatoren" eine eingehende Untersuchung der elektrischen Doppelbrechung an einer ganzen Anzahl flüssiger Isolatoren aus. Dann folgten die bereits erwähnten Arbeiten über die hydrostatischen Druckkräfte in den elektrischen und den magnetischen Feldern, und an die Untersuchung der magnetischen Eigenschaften der Lösungen schloß sich auch gleich noch die Messung der magnetischen Drehung der Polarisationsebene in den gleichen Stoffen an. Darauf endlich folgte die geistreiche Anwendung der Steighöhenmethode auf die Untersuchung der magnetischen Eigenschaften der Gase. Damit schlossen diese ausgezeichneten und wichtigen Untersuchungsreihen 1888 vorläufig ab. Die beiden letzten Kapitel der elektrischen Untersuchungen erschienen 8 Jahre später und behandelten eine merkwürdige Spezialerscheinung, die Rotationen im konstanten elektrischen Felde.

Inzwischen hatten Arbeiten Anderer über Capillarität, die an seinen Messungen Kritik geübt hatten, seine Tätigkeit diesem Gebiete wieder zugewandt und ihn zunächst zu einer Entgegnung veranlaßt (1886), der in späteren Jahren noch manche andere Verteidigungsschriften folgten. Aber zugleich begann er sich mit neuen und eigenartigen Untersuchungen auf diesem Gebiete zu befassen, und damit beginnt die letzte Phase seiner wissenschaftlichen Tätigkeit, in der er sich ausschließlich mit diesen Problemen der Oberflächenspannung, der Molekularkräfte und der inneren Struktur der Materie beschäftigte. Den Ausgangspunkt dieser Gedankengänge, die sich mit zunehmendem Alter zu einer immer schwerer verständlichen, eigenartigen Auffassung von der Materie entwickelten, findet man in der großen Arbeit über periodische Ausbreitung an Flüssigkeitsoberflächen und dadurch hervorgerufene Bewegungserscheinungen, die er 1888 in den Annalen veröffentlichte. Unmittelbar vorauf ging ihr eine kleinere Untersuchung über die merkwürdigen Spannungen und Faltungen, die feste Lamellen zeigen, wenn sie durch Eintrocknen aus Lösungen auf einer Quecksilberoberfläche entstehen, eine Arbeit, die ich ihrer besonderen Feinheit wegen hier nicht unerwähnt lassen möchte. In jener großen Arbeit aber beschreibt er die Erscheinungen der Ausbreitung von Seifenlösungen an der Grenze von Ölen und Wasser; er untersucht die Bedingungen für die Entstehung von Emulsionen und von Schaum, zeigt, wie sich durch Auflösung der dünnen Grenzhaut in den Flüssigkeiten bei langsamem Zufluß der sich ausbreitenden Flüssigkeit periodische Ausbreitungserscheinungen einstellen, z. B. periodische Zuckungen einer Luftblase, Erscheinungen, die in voller Analogie zu dem heute so bekannten Versuche des zuckenden Quecksilbertropfens von OSTWALD stehen. Im zweiten Kapitel der Arbeit dehnt QUINCKE diese Untersuchungen auf die organische Natur aus, auf die Ausbreitung von Eiweiß an der Grenzfläche fetter Öle mit Wasser, auf die Bewegungen, die das Protoplasma in Pflanzenzellen und schließlich auch bei niederen Tieren zeigt, Erscheinungen, die QUINCKE alle durch die Ausbreitung von seifenartigen Stoffen an der Grenzfläche von fetten Ölen mit wässerigen Flüssigkeiten erklärt. Das führt ihn zu der Auffassung von der schaumartigen Struktur des Protoplasmas. In einer weiteren großen Arbeit von 1894 über die Bildung von hohlen Blasen, Schaum und Myelinformen werden diese Studien fortgesetzt; nachdem sie ihn mit fundamentalen Problemen der Biologie in Berührung gebracht haben, verwickeln sie ihn auch in lebhafte Streitigkeiten, teils über Prioritätsfragen, teils über Fragen der sachlichen Auffassung, mit verschiedenen Biologen. Diese Ideen von der Schaumstruktur der Materie, von der Existenz unsichtbarer Flüssigkeitsschichten, „Schaumwänden", bei der Bildung von Niederschlagsmembranen, von Zellen, Kolloiden, Sphärokrystallen, beschäftigten ihn in der Folgezeit andauernd. Eine unendliche Fülle subtilster Beobachtungen wurde darüber angestellt, in jahrelanger Arbeit gesammelt und in 13 großen Abhandlungen niedergelegt, die in den Jahren 1902—1904 in den Annalen erschienen und schließlich noch in den folgenden Jahren zwei große Fortsetzungen erhielten durch Ausdehnung dieser Betrachtungsweise einerseits auf die Eisbildung und das Gletscherkorn, andererseits auf die krystallinischen Eigenschaften des Schwefels.

Es waren die letzten Arbeiten, die QUINCKE in seinem alten, Kirchhoffschen Institute ausführte. Ostern 1907 trat er in den Ruhestand und siedelte in eine schöne Villa in der Rheinebene am Fuß des Heiligenberges über. Eine prachtvolle Bibliothek und eine kostbare Sammlung von Apparaten solcher Art, wie er sie brauchte, nahm er als eigenen Besitz mit in den Ruhestand hinüber, und mit ihrer Hilfe richtete er sich im oberen Stock seines Hauses ein neues Laboratorium für weitere wissenschaftliche Forscherarbeit ein. Denn ohne

wissenschaftlich tätig zu sein, konnte QUINCKE nicht leben, und er hat das seltene Glück gehabt, bis in sein 90. Lebensjahr im ungeschmälerten Besitze seiner Sinnesorgane arbeiten und forschen zu können. Die Studien, die er hier nun trieb, waren elektrischer Art, Studien über elektrische Entladungsvorgänge; aber sie standen in engem Zusammenhange mit seinen Vorstellungen von der Schaumstruktur der Materie. Er ging von den bekannten Lichtenbergschen Staubfiguren aus und erblickte in dem Gesetz ihrer eigentümlichen Verästelungen den Einfluß der Schaumstruktur des Isolators, auf dem sie sich bilden. In unendlichen Variationen hat er die Bildung dieser Staubfiguren verfolgt; später studierte er die Formen der Sprünge, die bei der Durchbohrung von Glas durch den elektrischen Funken entstehen; dann die Zerstäubung von geschmolzenem Siegellack, schließlich die von Metalldrähten durch elektrische Entladungen.

Das Charakteristische dieser späteren und letzten Arbeiten QUINCKES liegt darin, daß sein Interesse und seine Beobachtung sich mehr und mehr auf die letzten und kleinsten Einzelheiten eines Vorganges richtet, auf alle die Kleinigkeiten, die dem gewöhnlichen Beobachter doch nur als Zufälligkeiten im Verlaufe des Vorganges erscheinen. In höchst charakteristischer Weise tritt diese Art der Betrachtung uns in einer kleinen Arbeit entgegen, in der er 1915 die berühmten Versuche von C. T. R. WILSON über Nebelbildung in ionisierter Luft von seinem Standpunkte aus behandelt. Unwillkürlich vergleicht man seine Betrachtungsweise mit derjenigen RUTHERFORDS. Dessen Interesse wird durch das plötzliche Aufhören der Bahnen der α-Teilchen und die starken Knicke, mit denen das zuweilen geschieht, gefesselt, und er zieht daraus seine weittragenden Schlüsse über die Kernstruktur der Atome. QUINCKE studiert alle die einzelnen Krümmungen der Ionenbahnen auf den Photographien der durch β- und durch γ-Strahlen erzeugten Nebelwolken und sieht in allen Äußerungen der Schaumstruktur der Materie. Den Einwand gegen solche Studien, daß sie sich mit Zufälligkeiten des Verlaufes der Erscheinungen beschäftigen, würde QUINCKE wohl immer mit der Bemerkung abgewiesen haben, daß es einen Zufall in diesem Sinne nicht gibt, daß in jeder kleinsten Wendung des Verlaufes eines Vorganges doch der Einfluß irgend eines besonderen Umstandes zum Ausdruck kommt, und daß es die Aufgabe der Naturforschung sei, diese Einflüsse und Zusammenhänge, wie sie sie bisher erforscht habe, so weiterhin bis in alle Einzelheiten zu verfolgen und aufzudecken. Das ist gewiß richtig; und doch kann solche Arbeit vergebens oder mindestens verfrüht sein. Die Zeitgenossen haben jedenfalls dieser Entwicklung seiner Forschungen nicht mehr folgen wollen, und wir müssen es dahingestellt sein lassen, ob die ungeheure Sammlung von Beobachtungsmaterial, die in diesen Arbeiten niedergelegt ist, von einer späteren Zeit vielleicht noch einmal im Zusammenhange mit der weiteren Entwicklung unserer Vorstellungen von der Materie nutzbringend verwertet werden kann.

Dieser Versuch, durch einen Überblick über QUINCKES wissenschaftliche Arbeiten ein Bild von der Rolle zu geben, die seine Persönlichkeit in der Physik gespielt hat, würde aber durchaus unvollständig sein, wenn ich zum Schlusse nicht des großen Einflusses gedächte, den QUINCKE als Lehrer gehabt hat. Nicht allen genügte seine Schule; denn es ist nicht zu leugnen, daß sie, wie der Einfluß jeder ausgesprochenen Persönlichkeit, ihre Einseitigkeit hatte. Thermodynamik gab es bei QUINCKE nicht — CLAUSIUS war ihm stets „ein Mann, der nie einen Versuch gemacht hat" — und so ist es verständlich, daß Leute von mehr theoretischer Begabung und Neigung sich von seiner Art nicht angezogen fühlten und es vorzogen, etwa zu HELMHOLTZ zu gehen. Dafür waren aber andererseits so hervorragende Experimentalphysiker wie FERDINAND BRAUN und PHILIPP LENARD durch seine Schule gegangen, und er war stolz darauf, sich dieser Schüler rühmen zu können. Und wie viele andere wären zu nennen! Ich zitiere nach den Angaben BRAUNS aus der älteren Berliner Zeit HAGEN, GROTRIAN, VOLLER, WINKELMANN, WERNICKE, SCHWALBE, den jüngeren SEEBECK, ferner ELSTER, BÖRNSTEIN, RUD. WEBER und von Lebenden außer LENARD noch den Astronomen MAX WOLF, PRECHT, KALÄHNE, und darf mich selber dazu rechnen, endlich von Ausländern WILLARD GIBBS, MICHELSON, STEVENS, den Astronomen KEELER. Was man aber bei QUINCKE lernte, war mehr als die Technik unserer Wissenschaft, die er in so eigentümlicher Weise handhabte; es war zugleich eine hohe, ideale Auffassung von Wissenschaft und Leben, die man unter dem starken moralischen Einfluß seiner ganzen Persönlichkeit aus dem Zusammenleben mit ihm in Institut und Familie in sich auf- und mit sich fortnahm, die restlose Hingabe nicht bloß an seine wissenschaftliche Arbeit, sondern auch an alle anderen Pflichten, die das Leben ihm auferlegte. Seine Kollegen haben es sehr wohl gewußt, warum sie gerade ihn zum Rektor für das Jahr 1885 erwählten, als es galt, die gewaltige Vorbereitungsarbeit für das Jubeljahr 1886 der Universität Heidelberg zu leisten. Und neben der Pflichttreue und Lauterkeit seines Charakters war es die Freundlichkeit seines Wesens, die ihm die Herzen gewann, das Wohlwollen und die persönliche Anteilnahme, mit der er jedem seiner Schüler und Studenten entgegenkam. Aus dem Lehrer wurde uns allen im Laufe der Jahre ein verehrter Freund, dem wir 1904 bei seinem 70. Geburtstage in herzlicher Dankbarkeit gehuldigt haben. Damals hat F. BRAUN in den Annalen in seiner humorvollen Art ein wohlgetroffenes Bild QUINCKES entworfen, und ebenso hat sein englischer Schüler STEVENS einmal in der Nature QUINCKES Institut und Persönlichkeit in köstlicher Weise geschildert.

Heute liegt dies lange und arbeitsreiche Leben abgeschlossen vor uns, und die Dankbarkeit des Schülers kann dem hingeschiedenen Lehrer und Freunde nur noch einen Kranz auf das Grab legen mit der abschließenden Würdigung des Inhalts dieses Lebens, die in dem vorstehenden Aufsatze versucht worden ist. Möchte dieser Versuch zugleich die weitere Aufgabe erfüllen, der jetzigen Generation, die den Neunzigjährigen persönlich kaum mehr gekannt hat, das Bild des trefflichen Mannes und Forschers zu erneuern und der Nachwelt zu erhalten.

Die Eigenschaften des Grundgewebes (Bindegewebes im weiteren Sinne) nach seinem Verhalten in der in vitro Kultur.

Von RHODA ERDMANN, Berlin.

Die anatomisch-histologische Literatur ist *reich* an speziellen Untersuchungen der Deckgewebe, *arm* an solchen im Verhältnis des Grundgewebes. Die scheinbare Strukturlosigkeit des Bindegewebes, das lange Zeit nur als Stützgewebe angesehen und dem eine enge physikalische Aufgabe gegeben wurde, konnte aufmerksame Beobachter nicht täuschen. Der Beobachtung der Knochenbildung, der Entstehung des Knorpels, der Bildung von elastischen Fasern, Muskel- und Bindegewebsfibrillen ist viel Arbeit gewidmet. Aber die Masse der Mesenchymzellen selbst, mit Ausnahme des Studiums ihrer embryonalen Potenzen (HARRISON, SPEMANN, DETWILER), insoweit sie mit dem Deckgewebe verbunden waren, verlor scheinbar wegen der Strukturlosigkeit und fehlenden histologischen Differenzierung an Wichtigkeit. Ich übersehe nicht die geistreiche Arbeit BUTTERSACKS[1]), der vom Grundgewebe aus die Entstehung vieler Krankheiten erklärt und mit deutlicher Schärfe die Grenzen der anatomischen Betrachtung für das Verständnis des Objektes der Medizin, des Menschen, aufdeckt. Ich kenne den interessanten Versuch HUECKS[2]), der zu weiterem Studium des Mesenchyms anregt und die eingehenden Betrachtungen HEIDENHAINS, FLEMMINGS, SCHAXELS auf der einen Seite, RHODES auf der anderen Seite. Diese Versuche geben aber keinen sicheren Aufschluß über *die Eigenschaften* der *lebenden* Mesenchymzellen. In Kürze will ich die Entwicklungs- und Umbildungsmöglichkeiten der undifferenzierten Mesenchymzelle, zugleich auch ihre physiologischen Aufgaben abgrenzen, wie sie sich in der neuesten Zeit mit Hilfe der Methode der Gewebezüchtung offenbart haben.

Nicht *planmäßig* sind der Wissenschaft durch diese Methode die folgenden Aufschlüsse geworden, sondern diese Arbeitsart führte zwangsweise darauf hin, den Carrelschen „Fibroblasten" oder den aus dem erwachsenen Gewebe auswachsenden Bindegewebszellen Aufmerksamkeit zu schenken. Das brachte die damals angewandte Technik mit sich, die *nur* Fibroblasten zu züchten erlaubt. Volle 15 Jahre sind also die Bindegewebe allein gezüchtet worden. Erst 1922 ist es durch eine besondere Technik von A. FISCHER[1]) möglich geworden, die Epithelgewebe vom embryonalen Huhn in vitro zu kultivieren. Auch DREW[2]) und ERDMANN[3, 4]) züchteten später Deckgewebe. DREW 1922 von der Niere der embryonalen Maus, ERDMANN aus der Lunge, der Epidermis und der Niere des embryonalen Meerschweins, Ratte und Maus. Doch berichtet DREW nicht, wie lange er seine Gewebe fortlaufend gezüchtet hat. Beide Autoren versuchten sich in der Züchtung von Carcinomgewebe.

Durch die neueren, besonders von CARREL, FISCHER, EBELING, ERDMANN und DREW ausgearbeiteten Methoden, in welchen man nach letzterem direkt das Plasma entbehren und nur in Salzlösungen und Extrakt Gewebe für längere Perioden züchten kann, ist es leicht, überall Gewebezüchtung zu treiben. Jeder kann nachprüfen, daß die Wuchsform des Grundgewebes in *gleichen* Medien sich von der Wuchsform des Deckgewebes unterscheidet (Fig. 1). Das gilt für Warmblütler. Bei den Kaltblütlern verändern die Deckzellen häufig ihre Form und nehmen langgestreckte, bindegewebsähnliche Formen an (UHLENHUTH). Im Gegensatz zu den Deckzellen ist die grobe Form der undifferenzierten Bindegewebe (Mesenchym, embryonale Fibroblasten), die aus allen Organen, die man bis jetzt beobachtet hat, auswächst, die gleiche. Von CARREL wurden beide Ausdrücke identisch gleich angewandt, aber erst jetzt hat man gelernt, unterscheidende Merkmale zu finden. Reinkulturen von Fibroblasten, embryonale oder schon erwachsene, also *Bindegewebszellen*, besitzen spießartige Ausläufer, die aus dem Mittelpunkt nach der Peripherie der Kultur ziehen, während das Deckgewebe breiterwerdende Ausläufer um das eingepflanzte Stück bildet. Die Form der Fibroblasten selbst ändert sich nicht in der Kultur, sie stellen die unsterblichen Zellen CARRELS dar. Es ist gleich, ob diese Zellen aus embryonalem (Fig. 2) oder erwachsenem

[1]) BUTTERSACK, Latente Erkrankung des Grundgewebes. Enke: Stuttgart 1912.

[2]) HUECK, Über das Mesenchym. Beitr. z. pathol. Anat. u. allg. Pathol. **66**. 1920.

[1]) FISCHER, A three months old strain of epithelium. Journ. of exp. Med. **24**. 1922.

[2]) DREW, A comparative, study of normal and artificial culture. Brit. jour. of exp. Pathol. 3 and Lancet 1923, Nr. 17 u. 18. 1922.

[3]) ERDMANN, Zucht von fortlaufenden Säugetierkulturen. Verhandl. d. Anat. Kongr. 1924.

[4]) ERDMANN, Die biologischen Eigenschaften der Krebszelle. Zeitschr. f. Krebsforsch. **20**. 1923.

Gewebe genommen worden sind (Fig. 3) [vgl. MAXIMOW][1]). Aus allen Organstückchen, die man fortlaufend züchtet, wächst Bindegewebe heraus, die anderen Zellarten überwuchernd, wenn man

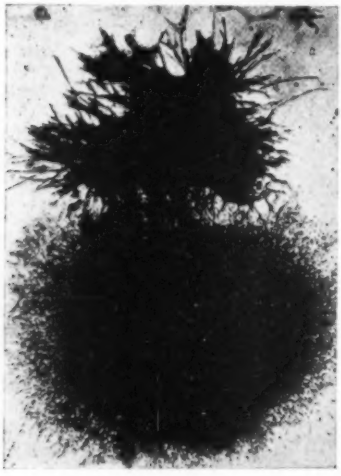

Fig. 1. Wuchsform des Bindegewebes und Epithels, aus Reinkulturen gezüchtet nach A. FISCHER 1922.

am besten den Züchtungsmethoden in vitro an, so wie die Technik sie zuerst geboten hat. Fibroblasten können in ziemlich flüssige Medien hineinwachsen. Hohe Hydrogenionenkonzentration vertragen sie. Es ist nicht unbedingt nötig, für sie eine feste Unterlage zu schaffen, wie man sie durch

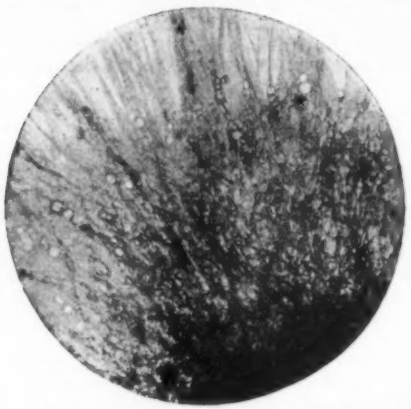

Fig. 2. Mesenchymzellen des Unterhautbindegewebes vom 13 tägigen Hühnerembryo, 14 Tage gezüchtet, lebend. ERDMANN, Praktikum der Gewebezüchtung, Springer 1922.

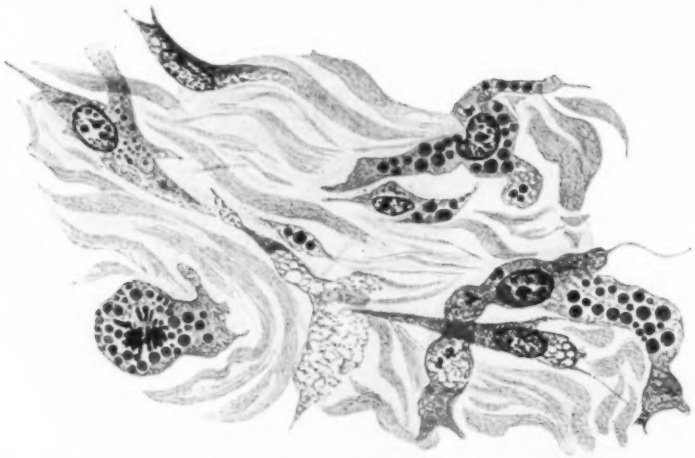

Fig. 3. Fibroblasten aus dem erwachsenen Körper nach MAXIMOW 1916, Fig. 53. (Schnitt, gefärbt.)

nicht geeignete Methoden anwendet, dieses zu verhindern, aus Stückchen vom Magen, vom Auge, von der Muskulatur, kurz aus jedem untersuchten Organ. Es ist also *allgegenwärtig* und paßt sich Plasma und Extrakt herstellt, auf welcher die Deckgewebe *allein* wachsen. Die Bindegewebe stören also durch ihre *Allgegenwärtigkeit* und leichte Wachstumsfähigkeit in der Kultur direkt, wenn man Epithelgewebe züchten will.

CARREL und BURROWS verursachten eine große Verwirrung, indem sie zuerst nur von Fibroblasten

[1]) MAXIMOW, The cultivat. of connective tissue of adult mammals. Act. russ. d'Anat. Hist. et Embriol. 1916.

sprechen, die aus dem von ihnen gezüchteten *Herz*gewebe auswachsen. Sie ließen es vollständig im unklaren, welche Schicksale die auch eingepflanzten Muskelzellen und Endothelzellen hatten. Auch gebrauchten sie vice versa Mesenchym und Fibroblast beim embryonalen Gewebe. Später fanden sich eine Reihe Autoren, die nicht glaubten, daß Fibroblasten aus Herzstückchen rein auswachsen. Vergleicht man aber die früh veröffentlichten Bilder CARRELS und BURROWS, so sieht man wirklich echte Fibroblasten. Zwar behauptet LEVI, daß die Muskelzellen sich erhalten und die Fibroblasten CARRELS Muskelzellen sind. Nun ist aber von den Mitarbeitern CARRELS nachgewiesen worden, daß in Schnitten aus den Fibroblasten des Herzgewebes sich die Bindegewebe mit VAN GIESON rot färben. Im Totalpräparat war dieser einfache Nachweis nicht möglich. Ich habe mich nun bemüht, indem ich gerade das Herz der *Säugetiere* untersuchte, diese Dinge aufzuklären, und im Laufe dieser Betrachtung wird es klar werden, wodurch diese Mißverständnisse entstanden. Beachten wir folgende Tatsache. Aus den embryonalen Organstücken wachsen bei Warmblütlern Mesenchymzellen aus, die dem retikulären Bindegewebe sehr ähnlich sehen. Aus dem Herzen aber wachsen besonders Formen aus, die nicht dem retikulären Bindegwebe ähnlich sehen, sondern den „fixen Bindegewebszellen". Mesenchymzellen dürften nur solche Zellen genannt werden, die nach *allen* Seiten verzweigte sternförmige Ausläufer bilden, so wie die Ausläufer bipolar angeordnet sind und sich auf wenige verzweigte vermindern, ist aus der embryonalen Mesenchymzelle der embryonale Fibroblast geworden, der in der Kultur immer nur Fibroblasten bildet. Der embryonale Fibroblast gleicht dem erwachsenen Embryoblast in der in vitro Kultur vollständig. (MAXIMOW Fig. 3.) Fibrillen sind lebend in ihnen nicht zu finden. Das aus der embryonalen Haut auswachsende Bindegewebe zeichnet sich durch eine gedrungenere Form aus, die Zellen können sich in vitro nicht mehr so flächenhaft ausbreiten (LEWIS).

Die *Gleichartigkeit* der Abkömmlinge des Mesenchymgewebes, sei es beim Huhn oder Meerschwein, Ratte und Maus oder Kaninchen, das aus dem Herzen auswächst, ist auffallend. Sie ist nur eine morphologische, nicht eine physiologische. Es läßt sich schwer nachweisen, ob die Mesenchymzellen schon Muskelzellen sind, wenn man sie nicht funktionieren sieht. So bemerkt man oft anscheinend schlagende Mesenchymzellen in der Kultur. Diese müssen also Übergangszellen von Mesenchymzellen zu Mioblasten darstellen. Vergleicht man Mesenchymgewebe vom Huhn und von der Ente, so sehen sie mit unseren optischen Methoden gleich aus. Es können zwei Herzstückchen zusammen eingepflanzt zu einem Stück verwachsen, sie schlagen dann nicht zusammen in dem gleichen Rhythmus, was zwei zusammengeheilte Stücke von *derselben Tierspezies* (FISCHER 1924, unveröffentlichte Mitteilung) tun. Also morphologische Gleichartigkeit ist keine physiologische Gleichartigkeit. Ganz besonders bedürfen die Bindegewebe, die aus dem Herzen herausspossen, keiner festen Unterlage, da ja fast jede Muskelfaser mit dem dazugehörigen Bindegewebe schon in vitro von Saftspalten umgeben ist. Das Medium ist also nichts weiter als eine große künstliche Saftspalte. Die Allgegenwärtigkeit, die Unempfindlichkeit gegen äußere Milieueinflüsse und die Fähigkeit, selbst auf leichte Reize mit Zellteilungen zu antworten, die sich in der in vitro Kultur gezeigt hat, erinnert an die weit vorausschauende Bemerkung REMAKS, der das Grundgewebe das Keimgewebe des erwachsenen Körpers benannte. *Jede Zellfunktion* können Fibroblasten ausüben, sie phagocytieren, was es auch sei, Carmin, Blutfarbstoff, Zelltrümmer, kleine Zellen, Chlorophyll, wenn nur der Gegenstand selbst mit den Fibroblasten in *Berührung kommt*. Formveränderung ist ihnen eigen. Nicht nur die Reticulumzelle hat diese Eigenschaft auch im erwachsenen Organismus behalten. In halbfesten Medien senden die Fibroblasten spitze Pseudopodien aus. Sie können endothelartige Flächen in vitro und vivo bilden und in vitro und vivo jeden Hohlraum auskleiden. Spießförmig, zentrifugalwandernd oder als Gewebe scheinbar zusammenhängend, rücken die Fibroblasten vor. MAXIMOW [1]) und CARREL [2]) schreiben den Fibroblasten noch weitere Eigenschaften zu. Der eine läßt Fibroblasten aus den großen Mononuclearen des Blutes entstehen, der andere will mit Hilfe der Gewebezüchtung beweisen, daß das Mesenchym im erwachsenen Körper alle Formen der Blutzellen annehmen kann, wenn man Knochenmarksextrakt dem Medium, in welchem man züchten will, zusetzt. Dies ist aber noch nicht nachgeprüft, und MAXIMOW hat für seine Nachweise weder die Carminspeicherung noch die Oxydasereaktion als Diagnosticum benutzt. Die großen mononucleären Formen des Blutes (Histiocyten ASCHOFFS und KIJONOS, Plasmatocyten RENANTS) sollen nach CARREL bindegewebsähnliche Formen annehmen. Auch dieses ist nicht ohne Nachprüfung sofort hinzunehmen. Aber von allen Beobachtern [MAXIMOW, ERDMANN und GROSSMANN] [3]) ist gezeigt worden, daß das erwachsene Knochenmark, nachdem die Blutzellen verschwunden sind, alle Zellen aus sich hervorbringen kann, die man sonst aus dem Mesenchymgewebe entstehen läßt. Diese Zellarten sind sog. *echte* Endothelzellen, phagocytierende Reticulumzellen und Fibroblasten selbst. Wohlgemerkt ist es *erwachsenes* Gewebe, aus dem diese Formen entstehen. Das Grundgewebe ist also ein echtes Keimgewebe.

[1]) MAXIMOW, Die Umwandlung. Arch. f. mikrosk. Anat. 1922.

[2]) CARREL, Journ. of exp. Med. 1922.

[3]) GROSSMANN, Das Verhalten des Meerschweinchensrückenmarks in vitro. Beitr. z. pathol. Anat. u. allg. Pathol. 1924.

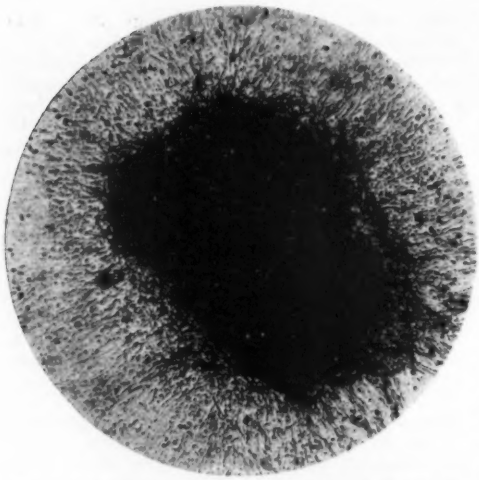

Fig. 4. 21 Tage alte Kultur aus dem Meerschweinherz. Nur Fibroblasten sind vorrätig (umgebettet 7 mal, gezüchtet in Plasma und Extrakt.

Die Beziehungen der Zellen zueinander, von denen wir fast nichts wissen, sind während der verschiedenen Stadien im embryonalen jungen und erwachsenen Tier verschieden. Ja, jedes Gewebe zeigt Unterschiede nach dem Embryonalablauf oder der Züchtungslänge. Die hier abgebildeten Präparate lassen wichtige Regeln erkennen.

Nimmt man einen $3^1/_2$ cm großen Meerschweinembryo und züchtet Herzstückchen, die man häufig umbettet, so hat man nach **21** Tagen *nur* Fibroblasten in der Kultur (Fig. 4). Untersucht man aber z. B. ein Mäuseherz, welches aus einem Embryo stammt, der verhältnismäßig auf derselben Höhe der Trächtigkeit aus dem Uterus genommen ist, so finden sich in dem Präparat nach **5** Tagen bänderartige Muskelzellen, die tief in das Medium hineinwachsen, und Fibroblasten, die sich besonders hier an das Deckglas anschmiegen (Fig. 5). Nimmt man aber Herzen oder Uterusgewebe vom Meerschwein- und Mäuseembryo, die sich in dem letzten Drittel der Embryonalentwickelung befinden, so entstehen Regenerationsknospen von Muskelgewebe, die denen vollständig gleichen, die z. B. von SCHMINKE bei Verletzungen der Eidechsenschwänze abgebildet sind (Fig. 6). Das Muskelgewebe ist deutlich an der Struktur der Kerne kenntlich, die in langgestreckten Reihen nach außen wachsen. Dasselbe Präparat aber zeigt an einer anderen Stelle auch ein starkes Auswachsen von vielen Bindegewebszellen. Bettet man nun ein solches Präparat häufiger um, so findet man allmählich, nachdem man die Ränder des Präparats stark eingerissen hat, überall Fibroblasten. Genau so verhält sich erwachsenes Gewebe, das nach einiger Zeit der Ruhe, auch Fibroblasten aus sich herauswachsen läßt, die dann,

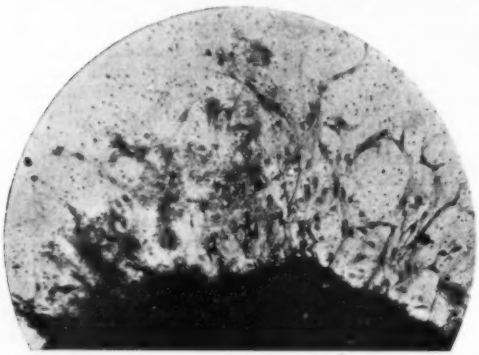

Fig. 5. 5 Tage alte Zucht aus dem Mauseherz. Bänderartige Muskelzellen und spießförmige Fibroblasten sind sichtbar. Beachtung verdienen die vielen Klasmocyten.

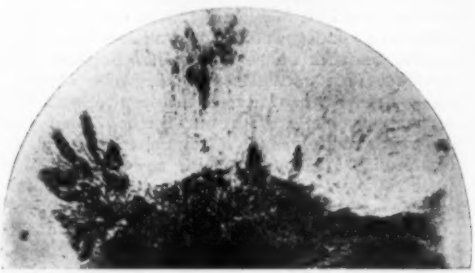

Fig. 6. Herz eines Meerschweinembryos kurz vor der Geburt mit eingerissenen Wundrändern zeigt die Bildung von Regenerationsknospen und freiem Bindegewebe (14 Tage in Kultur).

wenn man will, ebenso wie die Fibroblasten des embryonalen Gewebes fortlaufend gezüchtet werden können. Setzt man aber Stückchen vom Herzgewebe in das Medium hinein und beachtet nicht, daß die Ränder starke Wundflächen haben, so umhüllt das Bindegewebe die kleinen Stückchen gänzlich, und es bildet sich ein kleiner Organismus, der außen von Bindegewebe umgeben ist (Fig. 6) und in dessen Mitte sich viele Muskelzellen zu Rundzellen umbilden. Die langgestreckten Kerne der Muskelzellen zerfallen durch Amitose in runde Kerne, die sich dann mit etwas Plasma umgeben und sog. Rundzellen darstellen. Wir sehen also, daß die Potenzen des Organstückes je nach dem Alter des Embryos verschieden sind. Wir haben entweder eine sehr starke Wachstumstendenz der Fibroblasten und eine so geringe der Muskelzellen, daß sie ohne weiteres im Lanfe der Züchtung verschwinden. Andererseits, bei älteren Embryonen, sind die Muskelzellen mit einem starken

Individualleben versehen, daß sie in ein Auswachsen der Mesenchymzellen erlauben, wenn die Mesenchymzelle *direkt* mit dem Medium zusammentrifft, sonst aber bildet sich die Muskelzelle in eine Rundzelle um. Das Schicksal dieser Rundzelle muß später noch genauer erforscht werden. Sind die Bündel der Muskelfasern dick und stellen sie eine Ganzheit dar, so bildet sich die Regenerationsknospe, die als Ganzheit imponiert. Aus diesen Darlegungen geht hervor, daß es unbedingt zwangsläufig zu den unsterblichen Kulturen CARRELS kommen mußte, da ja die Fibroblasten diejenigen Zellen sind, die aus allen Geweben bei weiterer, nicht besonders abgeänderter Züchtung allein hemmungsloses Wachstum zeigen.

Während es leicht ist zu erreichen, daß aus dem Knochenmark des erwachsenen Meerschweins Fibroblasten, Endothelien und Reticulumzellen sich sondern, nachdem die Blutzellen nach mannigfacher Umbettung verschwunden sind, ist es schwerer (Fig. 7), Vorgänge, die, wie oben erwähnt,

Fig. 7. Herz eines Meerschweinembryos kurz vor der Geburt ohne freie Wundflächen. Die Muskelfasern haben sich in Rundzellen umgebildet (14 Tage in Kultur).

MAXIMOW behauptet, nachzuprüfen. MAXIMOW, der bekanntlich auf der unitarischen Theorie der Blutentstehung steht, behauptet, daß nach Hinzufügen von Knochenmarksextrakt zu Kulturen von Lymphknotengewebe ganz besonders sich eine Umbildung der großen Lymphocyten in alle Formen der myeloischen Reihe stattfindet. Doch kann diese Frage später erst ganz geklärt werden. Es bleibt zu untersuchen, welche Formen in dem Lymphknoten morphologisch unkenntlich sich befunden haben, als die Züchtung begann. Unsere Färbmethoden lassen hier sicher im Stich. Der Übergang der Lymphocyten in Granolocyten ist noch nicht vollständig einwandfrei bewiesen, da andere Autoren gerade die Unveränderlichkeit der Lymphocyten in der Gewebekultur [ERDMANN[1]) und GROSSMANN] betonen. Selbstverständlich müssen erst genau die Versuche MAXIMOWS, mit Hilfe von Knochenmarksextrakt die Zellen der Lymphdrüsen umzuwandeln, nachgemacht werden, das wird für das Meerschwein jetzt versucht.

Weiter ist noch nicht von anderen Autoren, außer CARREL, die Umbildung der großen monunucleären Zellen des fließenden Blutes in Fibroblasten nachgeprüft worden. Nachdem man Plasma von dem zentrifugierten Blut abgenommen, fügt man einige Tropfen Embryonalextrakt hinzu, es bildet sich eine Schicht von Granulocyten und Agranulocyten, die man abschneidet, wäscht und in ein passendes Medium einbettet. Hier entstehen dann bindegewebsähnliche Formen, die beim Huhn in großer Menge erscheinen sollen.

Aus diesen Bemerkungen geht die starke Wandelbarkeit der Mesenchymzellen hervor. Besonders möchte ich noch einmal betonen, daß *erwachsene* Gewebe in vitro gezüchtet (MAXIMOW) wurden, das ebenso wie die embryonalen Gewebe die unsterblichen Zellen CARRELS entstehen läßt. Die Grundgewebe, also das ist nur das echte reticulare Bindegewebe des ausgewachsenen Körpers, sei es der Milz, der Drüsen, der Leber usw., der Gefäße, der serösen Höhlen, haben die Fähigkeit, an die Oberfläche zu rücken, falls die Deckgewebe fehlen und dann sich deckgewebeartig ausbreiten. Diese wichtige Eigenschaft des Grundgewebes ist für das Verständnis der Wundheilung und der Gefäßbildung unbedingt notwendig. Aber auch die vorhin erwähnte starke Wachstumskraft des Grundgewebes gegenüber des Deckgewebes macht es von vornherein verständlich, daß die Deckgewebe wenig Aussicht haben den Wundüberzug zu bilden, wenn nicht dafür gesorgt wird, daß das Wuchern des Bindegewebes angedämmt wird.

Dies kann durch *Aussaat* von Epithelien geschehen. Durch die vorangehende Betrachtung wird das jetzt so sehr geübte Verfahren, Wunden durch Epithelaussaat zu schließen, verständlich. Ein Fingerzeig gibt uns die Arbeit von CHLOPIN[1]) oder eine schon früh mitgeteilte Beobachtung von GOLDSCHMIDT[2]). Hier üben die Hodenzellen des Schmetterlings lebend einen Reiz aus, der das Bindegewebe in seiner Ruhe beharren läßt. Erst wenn die Geschlechtszellen durch einen Zufall sterben, fängt das Bindegewebe wieder an zu wuchern. Andererseits können die Drüsen der Submaxillaris nur dann in dem Follikel neu entstehen, wenn das Bindegewebe nicht verletzt ist. Das Bindegewebe übt also formative Reize aus (CHLOPIN). Sowie Deckgewebe da ist, wird die Wachstumsfähigkeit der Bindegewebe gehemmt, und sie werden unter dieser Bedingung nichtwachsendes Grundgewebe, daß jeden Augenblick

[1]) ERDMANN, The behaviour of chicken bone marrow in vitro 1917.. Journ. of. Am. Anat. 34.

[1]) CHLOPIN, Untersuchungen über embryonales Gewebe, besonders epitheliales Gewebe in vitro. Arch. f. Mikrosk. 96. 1922.

[2]) GOLDSCHMIDT, Versuche der Spermiogenese in vitro. Arch. f. Zellforsch. 14. 1917.

aber zu neuem Wachstum fähig ist. Die Umbildung der Grundgewebszellen in sog. Mesothelien und Endothelien, also schlechthin in Deckgewebe, ist von LEWIS in der Kultur beobachtet worden. Zellen, die durchaus den Charakter der Mesenchymzellen haben, schließen sich zu flächenartigen Gebilden zusammen. Die Zellen, die dieses vollbringen, sind zwar embryonale Zellen, aber da wir wissen, daß das Grundgewebe die Eigenschaften des embryonalen Gewebes behält, so ist es verständlich, daß ihm auch im lebenden erwachsenen Körper diese Fähigkeit zugeschrieben werden kann. Manche Autoren nennen die Auskleidung der serösen Höhlen Mesothelien, im Gegensatz zu den Endothelien der Blutgefäße. Es wäre besser, allen Zellen, welche Decken bilden, einfach den Namen Deckgewebe zu geben und nur das Deckgewebe anderweitig zu benennen, welches an die Außenwelt grenzt. Außenwelt ist natürlich auch das Darmlumen, das nach dem geistreichen Ausspruch O. HERTWIGS eine in das Körperinnere einbezogene Außenwelt darstellt.

Der Unterschied, der an die Außenwelt grenzenden Deckgewebe, besonders der Epidermis oder auch des Darmrohrs, gegenüber den tieferliegenden Zellen, ist besonders auffallend. GASSUL hat gezeigt, daß die untersten Zellreihen der Froschepidermis, die Basalzellen, sich teilen können. Aus ihnen geht das gesamte Zellwachstum mit Ausnahme der Abkömmlinge von Drüsenzellen in vitro hervor. Die obersten Schichten der Epidermis, obgleich sie noch kernhaltig sind, teilen sich nicht. Auch bei dem Meerschwein, der Ratte, der Maus und dem Huhn findet sich die gleiche Erscheinung. Besonders stark wuchern hier die Haar- oder Federscheiden. BUTTERSACK spricht die Vermutung aus, daß die an die Luft grenzenden Zellen des Epithels durch die Strahlenwirkung verändert sind. Die Erfahrungen nach Bestrahlung von Deckgewebe scheint ihm recht zu geben.

Nimmt man je einen reinen Stamm von Bindegewebe und Epithelgewebe und setzt sie zueinander, so wird das hemmungslose Wachstum des Epithelgewebes geändert. Es bildet drüsenähnliche Strukturen. Dies ist zuerst von A. FISCHER 1922 gezeigt und von DREW 1924 bestätigt. DREW nahm Gewebe eines Mäusecarcinoms, das ebenso hemmungslos wächst wie das Epithel, und setzte normales Mäusebindegewebe hinzu. Auch hier bilden sich drüsige Strukturen des Carcinoms. Das Bindegewebe muß also Stoffe absondern, die formbildend auf das Deckgewebe wirken.

ERDMANN wies nach, daß das hemmungslose Wachstum von Carcinomzellen nach der Reimplantation aufhört, wenn sie nicht mit Stromazellen, d. h. (Grundgewebe) zusammen eingepflanzt werden. Das Grundgewebe muß also auch auf die Carcinomzellen eine bestimmte Wirkung ausüben. Welche, können wir nur ahnen.

Ich habe die Vermutung ausgesprochen, daß das Grundgewebe der Träger des sog. Krebsgiftes ist. Meine experimentelle Beobachtung wird durch die Betrachtung von RIBBERT gestützt. RIBBERT wies auf den Unterschied hin, daß die Menschenkrebse so wenig Stroma haben, dagegen die überimpften Tierkrebse so viel. Das ist leicht mit meiner Annahme in Erklärung zu bringen. Das ganze Grundgewebe eines menschlichen Körpers ist bei einem Spontantumor eben Träger des Krebsgiftes. Könnte man Menschentumoren auf gesunde Menschen überimpfen, so würde sich zeigen, daß der Impftumor mehr Bindegewebe oder Stroma haben würde als der Ausgangstumor.

Wir haben also gesehen, daß die Allgegenwärtigkeit, die starke Wachstumskraft, die Umwandlungsfähigkeit des Grundgewebes viele Erscheinungen im normalen und kranken Körper erklären. Auch die Auffassung der Fibroblasten als Zellen, die Stoffe ausscheiden können, die notwendig für Struktur und Organbildung sind, eine Auffassung, die schon früher von RENAUT ausgesprochen und wieder von CARREL ans Licht gezogen, ist wichtig für das Verständnis der Vorgänge im lebenden Körper. Aber alle diese Beobachtungen sind erst möglich geworden, nachdem man Reinkulturen von einer Zellart herstellen konnte und nachdem man gelernt hat Reinkulturen von Grund- und Deckgewebe dauernd vermittels Extraktstoffen am Leben zu erhalten. Diese Verdienste sind nur CARREL, EBELING und FISCHER zuzuschreiben.

Die internationale Eispatrouille.

Professor DE C. WARD von der Harvard Universität veröffentlicht im Januarheft 1924 des „Geographical Review" einen Bericht[1]) über eine Streiffahrt der Internationalen Eispatrouille, die er an Bord der „Tampa" im Juni 1923 mitgemacht hat.

Der Zusammenstoß der „Titanic" mit einem Eisberg am 14. April 1912 (unter 41° 46′ N, 50° 14′ W), der mehr als 1500 Menschenleben vernichtete, führte im Herbst 1913 zu einer Konferenz in London, auf der 14 Seemächte übereinkamen, eine ständige Eispatrouille in jenem Teil des nördlichen Atlantik zu unterhalten, wo im Frühjahr Eisberge die Schiffsstraßen gefährden. Die amerikanische Regierung übernahm eigentlich nur die Leitung des Dienstes, war jedoch infolge des Weltkrieges gezwungen, die Patrouillenfahrten bis jetzt ausschließlich von eigenen Schiffen ausführen zu lassen. Seit 1914 kreuzen mit Ausnahme der Jahre 1917 und 1918 während der Monate März bis Juni oder Juli ununterbrochen zwei Kutter des Küstenschutzes, die ihre Basisstation in Halifax haben und einander alle 15 Tage im Dienst zur See ablösen. Den wissenschaftlichen Dienst versah während der beiden letzten Jahre

[1]) A Cruise with the International Ice Patrol. Geogr. Rev., January 1924, S. 40. Ein gleichbetitelter, inhaltlich nur wenig verschiedener Artikel erschien von demselben Verf. in Monthly Weather Review, Februar 1924.

Leutnant E. H. SMITH, der das eine Schiff lediglich verläßt, um das andere zu besteigen.

Nur ganz allgemein läßt sich die Gefahrenzone im E mit dem 43., im W mit dem 55. Meridian begrenzen. Der Südrand liegt jedes Jahr in verschiedener Breite. Die Aufgabe des Eispatrouille ist nun eine doppelte: Die Lage des Eisbergfeldes festzustellen und anderseits ozeanographische und meteorologische Untersuchungen vorzunehmen, um die Ursachen zu ergründen, die dafür maßgebend sind, daß die Eisberge jedes Jahr ungleich weit nach S vorstoßen.

Das Auftreten der Eisberge hängt von den sie verfrachtenden Strömungen ab. Von ihnen entwirft Leutnant E. H. SMITH in dem „Monthly Weather Review", Dezember 1922[1]), ein anschauliches Bild. Es weicht nicht unwesentlich von der gewöhnlichen Vorstellung der in Frage kommenden Strömungsverhältnisse ab. So scheint SMITH das Auftreten jenes Golfstromarmes zu leugnen, der in die Davisstraße eintritt und auf dessen Vorhandensein die klimatische Begünstigung der grönländischen Westküste beruhen soll.

Der Ostgrönlandstrom entführt dem nordpolaren Meer den Überfluß an kaltem Wasser, das die großen Flüsse an die eurasische Nordküste bringen. An der Insel Jan Mayen strömt er vorbei und zieht, große Mengen von schwerem Seeeis führend, der grönländischen Ostküste entlang, umfließt Kap Farewell und begleitet die Westküste nach N. In der Gegend des 65. Parallels sendet er Arme gegen W zum Labradorstrom, der Hauptstrom hält aber bis Kap York (ca. 76° N) an, wo er scharf nach W und schließlich nach S umbiegt.

In der Davisstraße vereinigt er sich mit einer Polarströmung, die aus der Kanebay und dem Smithsund entlang der amerikanischen Küste südwärts führt und durch Arme aus dem Lancaster- und Jonessund verstärkt wird, zum Labradorstrom. Dieser überflutet den Nordteil der großen Neufundlandbank und sendet zahlreiche „Ableger" ostwärts. Der Hauptarm führt über der unterseeischen Ostabdachung der Bank dahin, biegt gegen SW um und stößt auf den Golfstrom, der am Südende der Bank in östlicher Richtung dahinfließt. Der Labradorstrom wird durch ihn aufgehalten, aus seiner Richtung gebracht und fließt schließlich der warmen Strömung parallel neben dieser nach E, wobei sich kaltes und warmes Wasser vielfach verzahnen; komplizierte Strudel und Wirbel treten auf. Trotzdem ist die jeweilige Diskontinuitätsfläche zwischen beiden Strömungen scharf ausgesprochen und nicht nur in der verschiedenen Färbung, sondern vor allem auch im Temperaturunterschied zu erkennen. So berichtet WARD, daß die Tampa im Jahre 1922 einmal quer über dem „cold wall" lag, wobei die Oberflächentemperatur des Wassers am Bug 1° C, am Stern 13° C betrug.

SMITH betont, daß er im Gegensatz zu der allgemeinen Anschauung, der Labradorstrom reiche bis Kap Hatteras und tauche dort unter den Golfstrom, zu dem Ergebnis gekommen sei, daß sich der erstere schon knapp südlich der Großen Bank nicht mehr nachweisen lasse und daß die Scherfläche zwischen beiden Strömungen derart nordwestwärts einfalle, daß sich gerade umgekehrt kaltes Oberflächenwasser des Labradorstroms über die westlichsten Partien des warmen, aber salzigen Golfstromes schiebt.

Es ist vor allem dieser Komplex von Strömungen, der für die Verfrachtung der Eisberge maßgebend ist. Im Gegensatz zu der gletscherarmen Ostküste Grönlands liefert dessen Westküste ungeheure Massen von Eisbergen. Von einem dieser Gletscher — sein Name wird nicht genannt — ist bekannt, daß er täglich einen Eisberg kalbt. Schon dieser Umstand berechtigt zu der Annahme, daß die meisten Berge ihre Heimat gar nicht verlassen. Ein Bruchteil nur wird vom Labradorstrom durch die Davisstraße südwärts geführt. Die Anzahl der Eisberge ändert sich von Jahr zu Jahr und ebenso das Areal der Schmelzzone. Die Ursache dieser Erscheinung sieht SMITH in der jährlich etwas wechselnden Lage der Zyklonen und Antizyklonen über der Westküste von Grönland während des vorherhergegangenen Sommers. Wehen dort während dieser Zeit ablandige Winde, so steigt die Zahl der Eisberge im kommenden Frühjahr, die kalte Strömung überspült die ganze Neufundlandbank und trägt das Eis weiter südwärts; auf einen Sommer, in dem mehr auflandige Winde die grönlandische Küste treffen, folgt dagegen eine eisbergarme Periode. Im allgemeinen braucht ein Berg 5 Monate, um vom Kap Dyer (67° N, Baffinsland) bis zum 45. Parallel zu gelangen.

Knapp südlich der Großen Bank liegen die transatlantischen Schiffsstraßen. In der Zeit vom März, in welchem Monat die ersten Eisberge erscheinen, bis Ende Juni, manchmal bis in den Juli hinein wird die Route der Dampfer weiter nach S verlegt. Der Zeitpunkt der Wiederaufnahme der nördlichen kürzeren Route hängt von den Meldungen ab, die von der Eispatrouille an den Küstenschutz gehen. An Bord des Kutters werden die Positionen der gefährdenden Eisberge täglich genau in die Karte eingetragen. Mit sämtlichen Schiffen, die die Eiszone oder deren Rand passieren, steht die Patrouille durch regelmäßige Radiomitteilungen (6h und 18h, Zeit des 75. Meridians) in Verbindung, die die Lage der gesichteten Eisberge bekanntgeben. Droht Gefahr, so ergeht ein Rundfunkspruch an alle benachbarten Dampfer. Umgekehrt melden diese, wenn ein Eisberg in ihrer Umgebung auftaucht. In kritischen Fällen nimmt der Kutter geradezu die Verfolgung von Eisbergen auf. Häufig werden diese vermessen, bzw. photographiert und ihre mitunter sehr komplizierten Routen durch Einzeichnungen genau verfolgt.

Regelmäßige Meldungen, die auch die gewöhnlichen meteorologischen Beobachtungen enthalten, gehen an das Hydrographische Bureau und das Wetterbureau in Washington. Sinkt die Eisberggefahr, so werden die Kreuzfahrten unterbrochen und ozeanographische Untersuchungen treten in den Vordergrund. Von einem nicht näher bezeichneten Punkt im südlichen Teil der Bank aus werden auf 5 radial ausstrahlenden Linien Messungen des Salzgehaltes vorgenommen und vertikale Temperaturprofile gelegt. Die wissenschaftliche Arbeit an Bord der Patrouille liefert die wertvollsten Angaben über die Strömungen in diesem Teil des nördlichen atlantischen Ozeans.

SMITH gibt einige Daten über das Auftreten von Seeeis (field ice), das durch Gefrieren des Oberflächenwassers des Meeres entsteht. Im Januar erscheint es zuerst und bedeckt im Februar häufig die Region zwischen der Küste von Neufundland und dem 43. Parallel. Im März und April wird es am Südende der Bank gesichtet. Die eigentliche Gefahr für die Ozeandampfer bilden aber nur die Eisberge. Im allgemeinen lassen sich zwei verschiedene Typen unterscheiden. Der erste wird repräsentiert durch niedrige, langgestreckte Berge, die wie schmale Hügel aus dem Wasser ragen

[1]) S. 629: Some meteorological aspects of the Ice Patrol Work in the North Atlantik.

und deren Form intensive Bearbeitung durch die Wogen verrät. Diesem „saddle-back"-Typus stehen die „Zackenberge" gegenüber. Wie zerklüftete Hochgebirgsgrate dem Nebel entsteigen, so tauchen sie aus dem Meere empor. Kleine „growlers", abgebrochene Trümmer, umgeben sie häufig. Die Brandung kerbt kleine Abrasionsplatten in die Eismassen ein; durch das Zerbrechen der Berge oder das bloße Abschmelzen erscheinen sie häufig über dem Seespiegel und haben dann meist ihre horizontale Lage verloren. Das Bersten der Berge führt mitunter zu asymmetrischen Formen, wobei nicht selten eine Flanke vom Gipfel bis zum Fuß als senkrechte Eiswand abstürzt. Das Ausmaß der Berge wird in den Schiffsmeldungen an die Patrouille meist weit überschätzt. Während vier Jahren fand man als größte Höhe 70 m, während sich als bedeutendste Länge 420 m ergaben. Einer der mächtigsten Berge, den die Tampa sichtete, war 21 m hoch und 420 m lang. Sein Inhalt wurde auf 36 Millionen Tonnen Eis geschätzt. Bei kleinen Eisbergen, die sehr weit südwärts treiben, wendet man neuerdings Sprengminen an, um sie zu zerstören, ein kostspieliges und darum nicht allzuoft angewandtes Verfahren.

Die große Zahl regelmäßiger Schiffsmeldungen an die kreuzende Patrouille mindert nicht nur die Eisberggefahr, sondern liefert auch eine Fülle von wertvollem ozeanographischen und meteorologischen Material. Um dessen Verläßlichkeit zu erhöhen, schlägt Professor WARD eine Vereinbarung aller Dampfergesellschaften vor, dahingehend, daß zwei der normalen vierstündlichen Schiffsbeobachtungen um 8h und 20h nach der Zeit des 75. Meridians gemacht werden sollten, damit sie zeitlich mit denen des amerikanischen Wetterbureaus übereinstimmen. Diese Meldungen an die Eispatrouille müßten enthalten: Name des Schiffs; Zeit (nach Greenwich, gegeben in vierstelliger Zahl, beginnend mit 0000 um Mitternacht); geographische Breite und Länge; Kurs und Geschwindigkeit des Schiffes; Oberflächentemperatur des Wassers; Lufttemperatur; Barometerstand (auf den Seespiegel reduziert); Windrichtung und -stärke; Nebel (ja oder nein); Bemerkungen (Eisberge usw.). N. LICHTENECKER.

Zuschriften und vorläufige Mitteilungen.

Photographischer Nachweis von α-Strahlen langer Reichweite nach der Wilsonschen Nebelmethode.

ThC ist bekanntlich ein komplexer Körper, der zwei α-Strahlgruppen von 4,8 und 8,6 cm Reichweite (bezogen auf 15° C und 760 mm Druck) emittiert. Im Laufe einer Untersuchung der α-Strahlen nach der Wilsonschen Methode wurde versucht, die Bahnspuren dieser beiden α-Strahlgruppen gleichzeitig auf dieselbe photographische Platte zu erhalten. Durch passend angebrachte Spalte wurde erreicht, daß die α-Strahlen möglichst in einer Ebene verliefen, so daß die Länge der Bahnspuren tatsächlich die Größe der Reichweite angibt. Fig. 1 zeigt eine etwas verkleinerte Aufnahme, die deutlich zwei Gruppen von α-Bahnen erkennen läßt, entsprechend den zwei verschiedenen Reichweiten der α-Strahlen.

Nachdem so erwiesen war, daß die Methode in sehr einfacher Weise α-Strahlen verschiedener Reichweite zu trennen gestattet, wurden die Versuche auch auf die α-Strahlen von 11,5 cm Reichweite angewendet, die im Jahre 1916 zuerst von RUTHERFORD beobachtet worden sind. RUTHERFORD und WOOD haben gezeigt, daß ThC auf etwa 10000 α-Teilchen von 8,6 cm Reichweite 1 α-Teilchen von 11,5 cm Reichweite aussendet. Die Stärke der anzuwendenden Präparate mußte also, wenn die Möglichkeit bestehen sollte, daß ein α-Teilchen der langen Reichweite mit photographiert wurde, so groß gewählt werden, daß durch den Spalt während der Expositionsdauer von $^1/_{10}$ Sekunde etwa 10000 α-Strahlen in die Nebelkammer eintraten. Es gelang so tatsächlich, Bahnen der langreichweitigen α-Strahlen photographisch zu erhalten. Von 70 derartigen Aufnahmen zeigten 23 Aufnahmen neben den sehr zahlreichen α-Strahlen von 8,6 cm einen α-Strahl langer Reichweite an; eine Aufnahme, die als Fig. 2 reproduziert ist, sogar 2 solcher Strahlen. Um die Enden der langen Bahnen mit Sicherheit innerhalb der Nebel-

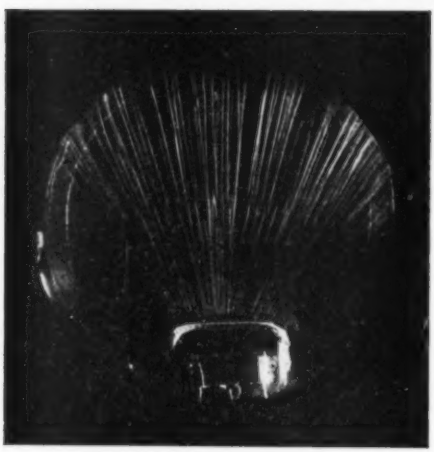

Fig. 1. ThC Reichweiten von 4,8 und 8,6 cm.

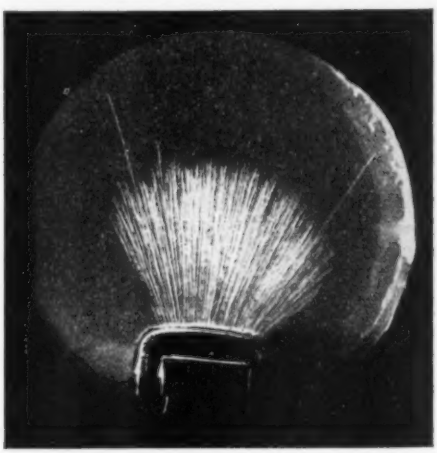

Fig. 2. ThC Reichweiten von 8,6 und 11,3 cm.

kammer zu haben, wurden alle Reichweiten durch vorgeschalteten Glimmer verkürzt. Daher sind die α-Strahlen von 4,8 cm Weglänge nicht mehr sichtbar.

Die Ausmessung ergab für die große Reichweite im Mittel den Wert $11{,}3 \pm 0{,}2$ cm.

Außer dieser machte sich auf einigen Bildern auch noch vereinzelt eine Reichweite von 9,3 cm bemerkbar; sie ist beispielsweise auch auf der Fig. 2 vorhanden. Ferner wurden auch einige wenige Bahnen von noch erheblich größerem Durchdringungsbereich als 11,5 cm beobachtet. Es sind hierüber weitere Versuche im Gange.

Berlin-Dahlem, den 29. Juni 1924.

Lise Meitner. Kurt Freitag.
Kaiser Wilhelm-Institut für Chemie (Abt. Hahn-Meitner).

Der Zerfall des Quecksilberatoms.

Herr Miethe hat in dem Heft vom 18. Juli eine vorläufige Mitteilung über den Zerfall des Quecksilberatoms gemacht, in der er auch meiner Mitwirkung bei der Analyse seiner Quecksilberproben Erwähnung tut.

In der Tat sind mir 14 Quecksilberproben, eine Lösung und zwei Rückstände von Herrn Kollegen Miethe übergeben und in meinem Institut auf ihren Edelmetallgehalt untersucht worden. Über Ursprung und Vorbehandlung der 17 Proben habe ich keine nähere Kenntnis.

Eine der Quecksilberproben war von Gold und Silber frei. Eine zweite enthielt eine Spur Gold (gefunden $1 \cdot 10^{-9}$ g Au pro Gramm Hg) und keine nachweisliche Menge Silber. In allen anderen Fällen wurde entweder nur etwas Silber, aber kein Gold, oder neben kleinen Mengen Gold ein um ein bis zwei Größenordnungen darüber hinausgehender Silbergehalt ermittelt.

Die Tageszeitungen benennen mich als einen Zeugen für den Erfolg der Herren Miethe und Stammreich und sprechen von meiner Beteiligung an den Untersuchungen der beiden Herren in einem Sinne, der den Leser glauben läßt, daß ich an der Ehre und an der Verantwortung Teil hätte. Zahlreiche mündliche Anfragen, die an mich gerichtet werden, bestätigen mir, daß ein unrichtiger Eindruck entstanden ist. Deshalb teile ich hier mit, daß ich von den Versuchen der Herren Miethe und Stammreich nur das weiß, was im vorstehenden gesagt ist.

Berlin, den 20. Juli 1924. F. Haber

Biologische Mitteilungen.

Über die Ursachen von Riesen- und Zwergwuchs beim Haushuhn. (B. Rensch, Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre, **31**. 1923.) Die vorliegende Untersuchung, die sich auf Riesen- und Zwergwuchs als erbliches Rassenmerkmal bezieht, wurde auf entwicklungsgeschichtlichem Wege durchgeführt, d. h. die Merkmale des Riesen- und Zwergwuchses wurden rückwärts verfolgt vom jungen Kücken bis zum unbebrüteten Ei, um festzustellen, ob ein Gabelpunkt in der Merkmalsentwicklung zu finden ist, an dem noch keins der Größenmerkmale differenziert ist. Frühere Untersuchungen hatten festgestellt, daß Riesen- und Zwergwuchs im Tierreich sowohl durch Verschiedenheiten in der Zellgröße wie durch solche in der Zellenzahl bedingt sein können. Driesch stellte nach Untersuchungen an Seeigeln die Regel von der fixen Größe spezifischer Organzellen auf, die von Rabl (Linsenfasern von Hunden), Boveri (Knochenkörperchen und Zungenepithel von normalen Menschen und Riesen), Conklin (versch. große Spezies der Gattung Crepidula) bestätigt wurden. In anderen Fällen, z. B. Oenothera gigas, zeigte sich, daß mit dem Riesenwuchs eine Verdoppelung der Zell- und Kerngröße verknüpft ist. Bei vielen Riesenarten zeigte sich, daß wenigstens einige bestimmte Zellarten größer als bei normalen Individuen sind. Loewenthal fand bei Calliphora (Schmeißfliege), daß die Größenunterschiede der Larven durch verschiedene Zellgröße, die der Imagines durch Differenzen der Zellzahl bedingt sind. Andererseits ist die Zellgröße überhaupt nicht immer konstant, sondern in vielen Fällen durch äußere Bedingungen modifizierbar (Temperatur, Ernährung usw.). Hinsichtlich der Vererbung und Verursachung des Riesen- und Zwergwuchses stehen sich zwei Ansichten gegenüber. Von der einen Seite wird die Größe als mendelndes Merkmal angesehen, während die anderen der Ansicht sind, daß die Größe direkt durch die Größe der Ausgangszelle (Eizelle) vererbt werde.

Rensch untersuchte als Riesen- bzw. große Mittelrasse: Brahma, Orpington, Plymouth-Rock; als Mittelrasse: Italiener; als Zwergrasse: Millefleurs, Zwergkämpfer, Deutscher Zwerg und Zwerg-Wyandotte. Zu den Messungen wurde 1. das frisch geschlüpfte Kücken, 2. der Embryo nach 10 Tagen Bebrütung, und 3. die Keimscheibe des unbebrüteten Eies verwendet. Am eben geschlüpften Kücken wurden einerseits die Kerne von Drüsenzellen als teilungsfähigen Zellen (bes. Nieren- und Leberzellen), andererseits Nervenzellen als Dauerelemente (nach der Definition von Levi) auf ihre Größe untersucht. Dabei ergab sich, daß die Kerne der Leber- und Nierenzellen bei den Riesen wesentlich größer sind als bei den Zwergen; hinsichtlich der Größenabstufung geht im wesentlichen die Reihenfolge bei Kernen und Kücken parallel. Diese Größendifferenz genügt aber, wie die Berechnung zeigt, nicht, um die Größenunterschiede der erwachsenen Tiere zu erklären. Die Zählung der Kerne bzw. Zellen auf korrespondierenden Querschnitten ergab in Übereinstimmung damit als zweiten und wesentlicheren Faktor für die verschiedene Rassengröße auch eine verschiedene Zellenzahl, und zwar verhalten sich die Zahlen der Riesen- und Zwergrassen ziemlich genau wie 2 : 1. Die Nervenzellen zeigen hinsichtlich ihrer Größe innerhalb der Riesen- wie der Zwergrassen eine ziemlich große Variationsbreite, doch ist es höchstwahrscheinlich, daß auf diesem Stadium die Riesen keine größeren Nervenzellen haben als die Zwerge, was wohl genügend damit erklärt ist, daß die aktive Tätigkeit der Nervenzellen erst im Augenblick des Ausschlüpfens beginnt. Der Verfasser vermutet aber, daß bei den erwachsenen Riesenhühnern entsprechend der größeren zu innervierenden Körpermasse auch die Nervenzellen eine entsprechende Vergrößerung zeigen.

Bei dem 10-Tage-Stadium fällt es auf, daß einerseits der Entwicklungsgrad der einzelnen Individuen ziemlich verschieden, auf der anderen Seite aber die durchschnittliche Gesamtgröße der Riesen und Zwerge in diesem Stadium völlig dieselbe ist. Die Messungen ergaben, daß die Kerne der Leberzellen bei Riesen und Zwergen nur eine sehr geringe durchschnittliche Größendifferenz zeigen. Daraus kann man schließen, daß die Größendifferenzierung der Zellen für die verschiedenen Rassen kurz vor dem 10. Tage der Bebrütung einsetzt. Die rassenmäßigen Größendifferenzen

zeigten sich an sehr verschiedenen Zellarten als ähnlich. Eine genaue Messung der Chromosomen lieferte den interessanten Befund, daß die Chromosomen der Riesenrassen durchschnittlich erheblich länger sind als jene der Zwergrassen (6,4 : 5,4), während die Chromosomenzahl bei Riesen und Zwergen übereinstimmend (diploid 12) gefunden wurde. Im Gegensatz dazu fand R., daß die Nervenzellen (Ganglienzellen des Vorderhorns im Rückenmark und Purkinjesche Zellen des Kleinhirns) auf dem 10-Tage-Stadium bei den Riesen stets wesentlich kleiner sind als bei den Zwergen. Der Verfasser knüpft an diesen Befund die Vermutung, daß die Zwergrassen den Wildformen näherstehen und daß „bei fast allen Wildformen im Gegensatz zu Haustieren die Funktionen der Ganglienzellen stärker benötigt werden" und dementsprechend, unter der Voraussetzung ihrer wahrscheinlichen Zahlenkonstanz, bei ersteren größer sind. Dieser Annahme widerspricht aber, daß der Verfasser selbst bei den eben geschlüpften Kücken eine Größen*gleichheit* der Zellen bei den verschiedenen Rassen nachgewiesen hat und wohl mit Recht mit Rücksicht auf die erst nach dem Ausschlüpfen beginnende aktive Tätigkeit der Nervenzellen ein nachträglich stärkeres Wachstum derselben bei den Riesen und dementsprechend ein Überwiegen der Größe der Nervenzellen bei den *ausgewachsenen* Riesen gegenüber den Zwergen vermutet. Wir können aus den Befunden von R. also nur entnehmen, daß die Kurven für die Größenentwicklung bei den Riesen- und Zwergrassen verschieden verlaufen und sich im Stadium des eben geschlüpften Kückens wahrscheinlich überschneiden; es ist nicht einzusehen, inwiefern es sich hier, wie der Verf. will, um einen Atavismus handeln könnte.

Die Untersuchung der unbebrüteten Keimscheiben, die verschieden weit entwickelt sind, zeigte, daß in diesem Stadium weder in der Zellzahl noch in der Zellgröße Rassendifferenzen vorhanden sind.

Allgemein folgt also aus den Untersuchungen von Rensch, daß Riesen- und Zwergwuchs bei Haushuhnrassen, wie wahrscheinlich bei allen Warmblütern, sowohl durch Verschiedenheiten in der Zellgröße als auch in der Zellzahl bedingt sind. Die Differenzierung dieser Unterschiede erfolgt im Laufe der embryonalen Entwicklung; eine Größenvererbung durch die Größe der Ausgangszelle (Eizelle) kommt nicht in Frage. Rensch spricht schließlich folgende Ansicht aus: „Es existiert für jedes Entwicklungsstadium einer Art eine bestimmte spezifische Zellgröße, die durch polymere Größenfaktoren vererbt wird, aber durch äußere Einflüsse (besonders Temperatur) geändert werden kann. Diese Änderungen sind für Warmblüter wegen der konstanten Körpertemperatur aber wohl nur durch pathologische Verhältnisse herbeizuführen (Inanition, Kastration). Modifikationen unterscheiden sich daher nur durch die verschiedene Zellzahl, erbliche Rassen können aber auch verschiedene Zellgröße zeigen", was darauf hinweist, daß erbliche Rassen auch auf Grund einer histologischen Analyse als entstehende Arten aufzufassen sind.

Über die Entwicklung des Froscheies. (Karl Wagner, Archiv für Zellforschung, **17**. 1923.) Aus der vorliegenden Arbeit, die auf alle Einzelheiten der Chromosomenbildung während der Entwicklung des Eies von Rana fusca Roes. eingeht, soll hier nur auf das Ergebnis der Hauptfrage hingewiesen werden. Sie lautet: Sind die Chromosomen der Reifungsspindeln und die der Oogonien dieselben Gebilde oder entstehen sie neu? Entgegen den früheren Behauptungen von Carnoy und Lebrun findet W., daß *während der ganzen Eientwicklung von Rana fusca die Chromosomen stets nachzuweisen* sind. Sie färben sich zu verschiedenen Zeiten verschieden. Wie durch Rückert für den Hai und durch Born für Triton ist damit durch Wagner für Rana die Kontinuität der Chromosomen bewiesen.

W. Landauer.

Die biologische Bedeutung der Nackengabel der Papilionidenraupen hat neuerdings Max W[illegible]ner untersucht (Biol. Zentralbl. **43**, H. 3. 1923). Er schließt seine Untersuchungen an die von P. Schulze (1911) an. Bekannt ist, daß die Papilionidenraupen (hierher gehören: der bekannte Schwalbenschwanz, Apollo usw.) beim Zusammenziehen ein gabelförmiges Gebilde, das Osmaterium, im Nacken ausstoßen. Ursprünglich hielt man dieses Gebilde für eine Wehrdrüse, bis Freilandversuche zeigten, daß diese Auffassung sicher falsch ist. Gegen die meisten Schmarotzer sind die Papilionidenarten durch die Nackengabel gar nicht geschützt. Außerdem kann kurz vor der Verpuppung, also im gefährlichsten Stadium, die Nackengabel gar nicht mehr ausgestülpt werden. Schulze vertrat die Ansicht, das Osmaterium sei ein drüsiges Organ, und ihm komme die Aufgabe zu, die mit der Nahrung aufgenommenen Giftstoffe (Alkaloide, ätherische Öle, Säuren) für das Tier unschädlich zu machen dadurch, daß es dieselbe aus der Hämolymphe aufnimmt und auf dem eigentümlichen Spitzenteil der Nackengabel zur Verdunstung bringt. Ein besonderer drüsiger Komplex in der Nackengabel, die sog. ellipsoide Drüse, soll nach Schulze diese Funktion erfüllen. Wegener folgert nun: ist Schulzes Ansicht richtig, so müssen die Papilionidenraupen, welche an Alkaloiden, ätherischen Ölen usw. besonders reichen Pflanzen fressen, wie z. B. an Aristolochiaceen, ein sehr vollkommenes Osmaterium besitzen; und die Raupen, welche an anderen Pflanzen fressen, müssen ein entsprechend rudimentär entwickeltes Gebilde besitzen. Er untersuchte daraufhin die europäischen Aristolchiaceenfresser: Zerynthia polyxena Schiff und Z. rumina medesicaste Illig. Seine anatomisch-histologischen Befunde stützen die Schulzesche Theorie aufs stärkste. Z. rumina medesicaste als Aristolochiaceenfresser hat eine sehr große Drüse in der Nackengabel. Bei den anderen aber, z. B. bei Parnassius apollo L., der Crassulaceen frißt, bei Papilio podalirius, der Prunoideen frißt, und bei Papilio machaon, der Umbelliferen frißt, ist dieses Gebilde mehr oder minder rudimentär. Schließlich macht Wegener noch Angaben über den sog. „Spangenteil" in der Nackengabel, ein eigentümliches Gebilde, welches nach seiner Auffassung die Funktion der Drüse wesentlich unterstützt. Im Spangenteil wird nach Wegener während des Freßaktes der Papilioraupen das Sekret der Drüse zur Verdunstung gebracht. Die dabei entstehende Verdunstungsabkühlung ermöglicht es diesen Raupen, die extreme Sonnentemperatur auszuhalten, in der sie leben. Es ist auffallend, daß die Papilioraupen bei vollster Besonnung fressen. Das Ausstülpen der Nackengabel, dem man früher einen besonderen Wert als Abwehrbewegung beigelegt hat, ist nach Wegener ein Nebenvorgang und gar nichts Wesentliches. Bei Erschütterungen der Wirtspflanze klammert sich nämlich die Raupe sehr fest. Der allgemeine Muskeldruck preßt dabei dieses Gebilde nach außen. Weitere, auch experimentelle Untersuchungen über dieses Thema stellt Verf. in Aussicht.

Albert Hase.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.